

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000241762 A**(43) Date of publication of application: **08.09.00**

(51) Int. Cl.

**G02B 27/28**(21) Application number: **11046498**(22) Date of filing: **24.02.99**(71) Applicant: **TOKIN CORP KAWAKAMI  
SHOJIRO**(72) Inventor: **HONMA HIROSHI  
MASUMOTO TOSHIAKI  
TSUCHIYA HARUHIKO  
KAWAKAMI SHOJIRO**(54) **OPTICAL ISOLATOR**

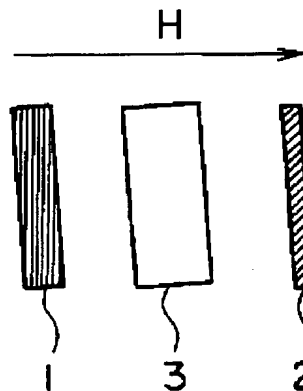
characteristics for the environment.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an inexpensive optical isolator which can be easily produced and which can keep the characteristics of a conventional isolator.

**SOLUTION:** This optical isolator consists of an absorptive polarizer 1, 45° Faraday rotator 3 and reflective polarizer 2, each in a parallel plate form, arranged in this order as tilted from the optical axis of the incident light. The absorptive polarizer 1 and reflective polarizer 2 are disposed with the transmission polarizing directions making a 45° angle from each other. A magnetic field H is applied along the propagation direction of incident light to the 45° Faraday rotator 3. The absorptive polarizer 1 consists of a semiconductor multilayered film with a semiconductor interposed between dielectric layers. The reflective polarizer 2 consists of a photonic crystal. The 45° Faraday rotator 3 consists of a hard magnetic garnet thick film showing a square hysteresis curve. Since the reflective polarizer 2 made of a photonic crystal does not require polishing, it can be easily produced at a low cost and it shows excellent



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-241762

(P2000-241762A)

(43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード(参考)

G 0 2 B 27/28

G 0 2 B 27/28

A 2 H 0 9 9

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平11-46498

(22)出願日 平成11年2月24日(1999.2.24)

(71)出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(71)出願人 391006566

川上 彰二郎

宮城県仙台市若林区土樋236番地 愛宕橋

マンションファラオC-09

(72)発明者 本間 洋

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

(74)代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外2名)

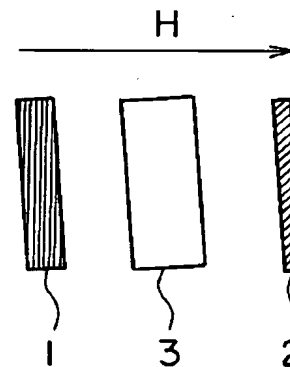
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光アイソレータ

(57)【要約】

【課題】 既存のアイソレータ特性を保持できると共に、製造が容易で低価格な光アイソレータを提供すること。

【解決手段】 この光アイソレータは、それぞれ平行平板の吸収型偏光子1、45度ファラデー回転子3、及び反射型偏光子2をこの順で入射光の光軸に対して傾けて配備して構成される。吸収型偏光子1及び反射型偏光子2はそれぞれの透過偏光方向が互いに45度の角度を成すように設定され、45度ファラデー回転子3には入射光の進行方向に沿った磁界Hが印加される。吸収型偏光子1は半導体を誘電体で挟んだ構造の半導体多層膜から成り、反射型偏光子2はフォトニック結晶から成り、45度ファラデー回転子3は角形ヒステリシスカーブを持つ硬磁性ガーネット厚膜から成る。フォトニック結晶による反射型偏光子2は、研磨が不要であることにより容易にして安価に製造可能でありながら対環境特性に優れる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれ平行平板の第 1 の偏光子、ファラデー回転子、及び第 2 の偏光子をこの順又は逆の順で配備固定して成ると共に、該第 1 の偏光子は反射型偏光子であり、該第 2 の偏光子は吸収型偏光子であることを特徴とする光アイソレータ。

【請求項 2】 請求項 1 記載の光アイソレータにおいて、前記反射型偏光子はフォトニック結晶から成ることを特徴とする光アイソレータ。

【請求項 3】 請求項 1 記載の光アイソレータにおいて、前記反射型偏光子はポリマー多層膜から成ることを特徴とする光アイソレータ。

【請求項 4】 請求項 1～3 の何れか一つに記載の光アイソレータにおいて、前記ファラデー回転子には角形ヒステリシスカーブを持つ硬磁性ガーネットが用いられたことを特徴とする光アイソレータ。

【請求項 5】 請求項 1～4 の何れか一つに記載の光アイソレータにおいて、フェルル付き光ファイバが付設されたことを特徴とする光アイソレータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主として光通信機器や光情報処理機器等に用いられると共に、入射光を一方方向にのみ透過させ、逆方向には遮断する光学素子である光アイソレータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、光アイソレータは、例えば 2 枚の偏光子と磁界が印加されるファラデー回転子とを組み合わせて構成されている。実用化されている光アイソレータの場合、通常偏光子の材料には、複屈折単結晶プリズム、金属粒子を含むガラス偏光子、誘電体及び金属による複合多層膜等が用いられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した既存の光アイソレータの場合、偏光子の材料が高価である上、偏光子の製造に際して切断や研磨等の加工工程を要するため、こうした要因によって製造コストを低減化することが困難になっており、結果として光アイソレータ全体の価格が高価なものになってしまうという問題（実際に偏光子の製造コストが光アイソレータ全体の製造コストの約 50% 以上を占めることがある）がある。

【0004】本発明は、このような問題点を解決すべくなされたもので、その技術的課題は、既存のアイソレータ特性を保持できると共に、製造が容易で低価格な光アイソレータを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、それぞれ平行平板の第 1 の偏光子、ファラデー回転子、及び第 2 の偏光子をこの順又は逆の順で配備固定して成ると共に、該第 1 の偏光子は反射型偏光子であり、該第 2 の偏

光子は吸収型偏光子である光アイソレータが得られる。

【0006】この光アイソレータにおいて、反射型偏光子はフォトニック結晶から成ることや、或いはポリマー多層膜から成ることは好ましい。

【0007】又、本発明によれば、上記何れか一つの光アイソレータにおいて、ファラデー回転子には角形ヒステリシスカーブを持つ硬磁性ガーネットが用いられた光アイソレータが得られる。

【0008】更に、本発明によれば、上記何れか一つの光アイソレータにおいて、フェルル付き光ファイバが付設された光アイソレータが得られる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下に幾つかの実施例を挙げ、本発明の光アイソレータについて、図面を参照して詳細に説明する。

【0010】図 1 は、本発明の実施例 1 に係る光アイソレータの基本構成を示した側面図である。この光アイソレータは、それぞれ平行平板の吸収型偏光子 1、45 度ファラデー回転子 3、及び反射型偏光子 2 をこの順で入射光の光軸に対して傾けて配備して構成されるもので、吸収型偏光子 1 及び反射型偏光子 2 はそれぞれの透過偏光方向が互いに 45 度の角度を成すように設定され、45 度ファラデー回転子 3 には入射光の進行方向に沿った磁界 H が印加される。

【0011】このうち、吸収型偏光子 1 は半導体を誘電体で挟んだ構造の多層膜から成り、反射型偏光子 2 はフォトニック結晶から成り、45 度ファラデー回転子 3 は角形ヒステリシスカーブを持つ硬磁性ガーネットである  $\text{Eu}_{0.9}\text{Ho}_{0.1}\text{Fe}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{O}_{12}$  ガーネット厚膜から成る。

【0012】ここで、反射型偏光子 2 に用いられるフォトニック結晶は、屈折率の周期構造によりフォトニックバンドギャップが生じる物体として知られるが、詳しくはそれを応用した透明な 2 種類の物質から成る 2 次元的な周期構造を持つものであり、このフォトニック結晶を適切に設計すれば、同一波長の或る方向の偏光成分はフォトニックバンドギャップに入ってフォトニック結晶内に存在し得ずに反射し、それと垂直な方向の偏光成分はフォトニックバンドギャップに入らずにフォトニック結晶を透過するように動作する。

【0013】フォトニックバンドギャップを持つためには、2 種類の物質の屈折率比が 2 倍以上必要であるため、ここでは半導体である水素化アモルファスシリコン ( $\text{a-Si:H}$  屈折率 3.4) と  $\text{SiO}_2$  (屈折率 1.44) との組み合わせを用いるものとする。フォトニック結晶による反射型偏光子 2 を作製する場合、 $\text{SiO}_2$  基板上に溝を形成し、その  $\text{SiO}_2$  基板上に溝の形が保存されるようにバイアススパッタリングによって水素化アモルファスシリコンと  $\text{SiO}_2$  とを交互に積層すれば良い。

【0014】このフォトニック結晶による反射型偏光子2は、容易に製造可能であり、しかも大面積で構成可能であると共に、研磨が不要であることによって製造コストを安価にできる上、対環境特性に優れることが特徴となっている。

【0015】図2は、この光アイソレータにおける透過光の光路を説明するために示した各光学素子の側面図であり、同図(a)は順方向の入射光に関するもの、同図(b)は逆方向の入射光に関するものである。尚、図2(a)並びに図2(b)中の各光学素子の近傍に示される双方向の矢印は、各光学素子における入射光の偏光分離の方向を示すものである。

【0016】先ず、図2(a)を参照すれば、順方向の入射光の場合、右向き直線状太線矢印で示される光路に沿った入射光が吸収型偏光子1に入射した後、そのまま光路に沿って吸収型偏光子1、45度ファラデー回転子3、及び反射型偏光子2を透過してから出射する。

【0017】次に、図2(b)を参照すれば、逆方向の入射光の場合、左向き太線矢印で示される光路に沿った入射光が反射型偏光子2に入射する際、一部が斜め右向き細線矢印で示される光路に沿って反射し、他部が左向き細線矢印で示される光路に沿って反射型偏光子2及び45度ファラデー回転子3を透過して吸収型偏光子1に入射する。このとき、吸収型偏光子1に入射する光の偏光方向は吸収型偏光子1の透過方向から90度回転しており、吸収型偏光子1に入射する光は吸収される。

【0018】このように、この光アイソレータの場合、逆方向の透過光は如何なる偏光成分も吸収又は反射されるため、既存のものと同程度のアイソレータ特性(挿入損失及び逆方向損失)を保持して光アイソレータとしての基本機能が得られる。

【0019】図3は、本発明の実施例2に係る光アイソレータの基本構成を示した側面図である。この光アイソレータは、それぞれ平行平板の反射型偏光子4、45度ファラデー回転子3、及び吸収型偏光子5をこの順で入射光の光軸に対して傾けて配備して構成されるもので、反射型偏光子4及び吸収型偏光子5はそれぞれの透過偏光方向が互いに45度の角度を成すように設定され、45度ファラデー回転子3には入射光の進行方向に沿った磁界Hが印加される。

【0020】このうち、反射型偏光子4はポリマー多層膜から成り、吸収型偏光子5は銀を含有するガラスから成り、45度ファラデー回転子3は角形ヒステリシスカップを持つ硬磁性ガーネットである $\text{Eu}_{0.9}\text{Ho}_{0.1}\text{Fe}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{O}_{12}$ ガーネット厚膜から成る。

【0021】ここで、反射型偏光子4に用いられるポリマー多層膜は、複屈折を持つフィルムを100層程度積層したものであり、特定の方向の偏光成分に対して透過し、それに対して垂直な方向の偏光成分に対しては反射するように動作する。

【0022】このポリマー多層膜による反射型偏光子4は、ポリマーを積層するだけで容易に製造可能であり、しかも大面積で構成可能であると共に、研磨が不要であることによって製造コストを安価にできる。

【0023】図4は、この光アイソレータにおける透過光の光路を説明するために示した各光学素子の側面図であり、同図(a)は順方向の入射光に関するもの、同図(b)は逆方向の入射光に関するものである。尚、ここでの図4(a)並びに図4(b)中の各光学素子の近傍に示される双方向の矢印も、各光学素子における入射光の偏光分離の方向を示す。

【0024】先ず、図4(a)を参照すれば、順方向の入射光の場合、右向き直線状太線矢印で示される光路に沿った入射光が反射型偏光子4に入射した後、そのまま光路に沿って反射型偏光子4、45度ファラデー回転子3、及び吸収型偏光子5を透過してから出射する。

【0025】次に、図4(b)を参照すれば、逆方向の入射光の場合、左向き太線矢印で示される光路に沿った入射光が吸収型偏光子5に入射する際、一部が吸収され、他部が左向き細線矢印で示される光路に沿って吸収型偏光子5及び45度ファラデー回転子3を透過して反射型偏光子4に入射する。このとき、反射型偏光子4に入射する光の偏光方向は反射型偏光子4の透過方向から90度回転しており、反射型偏光子4に入射する光は反射型偏光子4で斜め右向き細線矢印で示される光路に沿って反射する。

【0026】又、反射型偏光子4で反射した光は45度ファラデー回転子3を透過して吸収型偏光子5に入射する。このとき、吸収型偏光子5に入射する光の偏光方向は吸収型偏光子5の透過方向から90度回転しており、吸収型偏光子5に入射する光は吸収される。

【0027】このように、この光アイソレータの場合も、逆方向の透過光は如何なる偏光成分も吸収されるため、既存のものと同程度のアイソレータ特性(挿入損失及び逆方向損失)を保持して光アイソレータとしての基本機能が得られる。

【0028】図5は、実施例1の光アイソレータを用いた光学系装置の基本構成を示した側面図である。この光学系装置は、レーザダイオード11、集光レンズ12、光アイソレータ13、及び光ファイバ14をこの順で配備して成る。この光学系装置において、レーザダイオード11からのビームが集光レンズ12で絞られる位置に光アイソレータ13を配設する場合、光アイソレータ13のアパーチャ径を小さくすることが可能であるが、このことは各光学素子を含む光アイソレータ全体の小型化を具現させ、結果として製品のコスト削減化を可能にする。集光レンズ12によりビームが最も絞られる位置は、光ファイバ14がフェルルを有するものであればフェルル端面であり、このフェルル端面の直前位置に光アイソレータ13を配設することが有効となる。

【0029】この光学系装置の場合、光学素子全体に設定される傾きは4度であり、この4度の傾きが反射減衰量を確保するために有効となる。又、光ファイバ14がフェルルを有する場合には、フェルル端面もキャピラリーを基準にして6.5度傾きを持たせれば同様に反射減衰量の確保に効果的となる。結果として、こうした条件を満たせば、反射減衰量55dB以上を具現できる。因みに、このような光学系装置の構成は、図3に示した光アイソレータを対象にしても同様に適用できる。

【0030】図6は、この光アイソレータ13をホルダ15を用いてフェルル付き光ファイバ18に結合した光学系装置の局部構成を示した側面断面図である。この光学系装置では、ホルダ15の一方側にマグネット16を接着固定した上でマグネット16内に光アイソレータ13が非接触状態で収納されるようにスペーサ17を介して光アイソレータ13を接着固定すると共に、ホルダ15の他方側に図示のようなテーパのフェルル端面19を有するフェルル付き光ファイバ18をYAG溶接で接合固定することにより、フェルル付き光ファイバ18及び光アイソレータ13を一体化した構成としている。因みに、このような光学系装置の局部構成は、図3に示した光アイソレータを対象にしても同様に適用できる。

#### 【0031】

【発明の効果】以上に述べた通り、本発明の光アイソレータによれば、それぞれ平行平板の第1の偏光子、ファラデー回転子、及び第2の偏光子をこの順又は逆の順で配備固定して成る基本構成において、第1の偏光子を反射型偏光子、第2の偏光子を吸収型偏光子とすると共に、一方の反射型偏光子を容易に製造可能で、且つ大面積で構成可能であって、しかも研磨が不要であることにより製造コストを安価にできるフォトニック結晶又はポリマー多層膜から成るものとしているので、光アイソレータ全体が既存のアイソレータ特性（挿入損失及び逆方\*

\* 向損失）を保持して一層製造が容易となり、しかも従来以上に大量生産可能で低価格に提供されるようになる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る光アイソレータの基本構成を示した側面図である。

【図2】図1に示す光アイソレータにおける透過光の光路を説明するために示した各光学素子の側面図であり、(a)は順方向の入射光に関するもの、(b)は逆方向の入射光に関するものである。

【図3】本発明の実施例2に係る光アイソレータの基本構成を示した側面図である。

【図4】図3に示す光アイソレータにおける透過光の光路を説明するために示した各光学素子の側面図であり、(a)は順方向の入射光に関するもの、(b)は逆方向の入射光に関するものである。

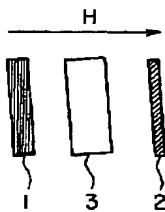
【図5】図1に示す光アイソレータを用いた光学系装置の基本構成を示した側面図である。

【図6】図1に示す光アイソレータをホルダを用いてフェルル付き光ファイバに結合した光学系装置の局部構成を示した側面断面図である。

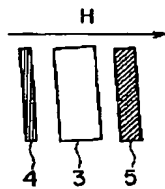
#### 【符号の説明】

- 1, 5 吸収型偏光子
- 2, 4 反射型偏光子
- 3 45度ファラデー回転子
- 11 レーザダイオード
- 12 集光レンズ
- 13 光アイソレータ
- 14 光ファイバ
- 15 ホルダ
- 16 マグネット
- 17 スペーサ
- 18 フェルル付き光ファイバ
- 19 フェルル端面
- H 磁界

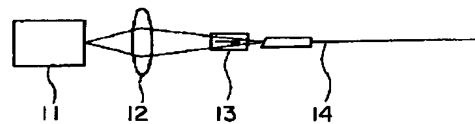
【図1】



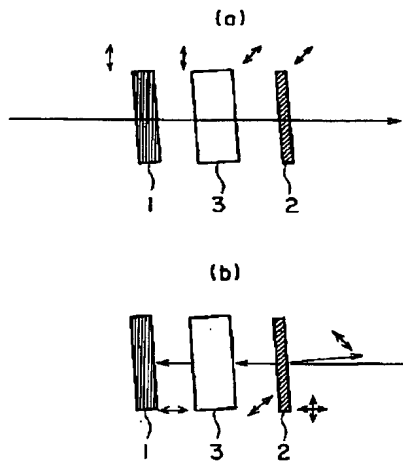
【図3】



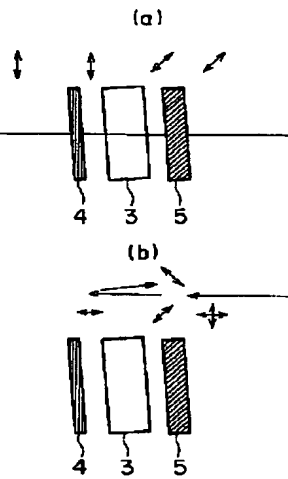
【図5】



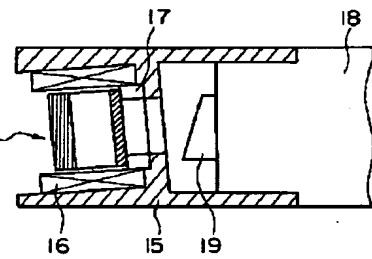
【図2】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 増本 敏昭  
宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号  
株式会社トーキン内

(72)発明者 土屋 治彦  
宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号  
株式会社トーキン内

(72)発明者 川上 彰二郎  
宮城県仙台市若林区土樋236番地 愛宕橋  
マンションファラオC-09

Fターム(参考) 2H099 AA01 BA02 CA11 CA17 DA05